

CEN/TS 45545 출범에 따른
철도차량 화재안전 기술 동향에 대한 연구
**A Study on Technical Trend of
Fire Safety on Railway Vehicles for Launch CEN/TS 45545**

성시영[†] 우이완* 박재홍**
Si-Young Sung Yee-Wan Woo Jea-Hong Park

ABSTRACT

CEN/TS 45545 is Europe consolidation standard for fire safety on railway vehicles. This is based on the International Union of Railways(UIC) and different European countries. It is intended to protect passengers and staff in railway in the event of a fire on board. It will be prepared in 2012. Based on this consolidate standard, they are going to make single market, for raising technical competitiveness, technical innovation and globalization of that standard. For this reason, European academies, manufacturers, and sub-manufacturers confer and study animated about CEN/TS 45545. In Korea, get out the safety assessment for ues incombustible interior material, the needs of quantitative analysis on fire protection, demand on recognition of fire protection scenario, and define about fire load analysis are becomin more and more important. Therefore, this paper will estimate and compare Flammability, Smoke Density, Toxicity Index(this is the key point for appraised fire safety performance of material) between CEN/TS45545 and fire standards on railway vehicle. Then suggest criteria for fire safety on railway vehicles.

1. 서론

‘CEN/TS 45545 - Fire Protection on Railway Vehicle’ 은 철도차량 화재안전에 대한 유럽 통합 규격으로 2012년 정식 출범을 목표로 하고 있다[1]. 이 규격은 철도 국제 연합(UIC)의 철도차량과 다른 유럽 국가들의 방화 규정에 근거하여 작성되고 있으며, 철도차량 화재시에 승객과 승무원을 보호하고 안전한 장소로 대피하는 동안 인원의 안전성을 확보하는 것이 목적이다. 현재 유럽에서는 이 규격을 바탕으로 단일화된 마켓을 형성하여 유럽의 기술적인 경쟁력을 높이고, 기술 혁신과 규범의 세계화를 꾀하고 있다. 이를 위해 유럽의 학회, 차량제조사, 협력 업체가 모여 기술협약과 연구가 활발히 이루어지고 있는 추세이다. 국내에서도 난불연의 내장재 사용에 의한 안전성 평가에서 벗어나 화재안전도에 대한 정량적인 해석과 화재발생 시나리오의 중요성 인지 및 화재강도 계산법 정립의 필요성이 대두되고 있으며, 이에 대한 연구가 진행 중에 있다[2~4]. 또한 2008년 ‘도시철도 안전기준에 관한 지침’ 이 개정되어 국내의 화재안전에 관한 법적인 기준도 강화되었다[5].

이에 따라, 본 논문에서는 CEN/TS 45545와 철도차량에 적용되고 있는 시험방법을 대상으로 재료의 화재 안전 성능을 진단 및 평가하게 되는 핵심 세가지 항목인 재료의 인화성(Flammability), 연기밀도(Smoke Density), 독성지수(Toxicity Index)를 비교, 평가하고 차후 철도차량 화재안전 기준에 대한 방향을 제시하고자 한다.

† 비회원, 현대로템 기술연구소, 의장개발팀, 연구원
E-mail : sungsy@hyundai-rotem.co.kr
TEL : (031)596-9382 FAX : (031)596-9756
* 비회원, 현대로템 기술연구소, 의장개발팀, 책임연구원
** 비회원, 현대로템 기술연구소, 의장개발팀, 수석연구원

2. 철도차량 화재안전 시험

현재 국내에서 철도차량에 대한 화재안전 시험방법은 ‘도시철도차량 안전기준에 관한 규칙-[별표1의 2] 차체 구조 및 차량실내·외설비의 화재안전 시험방법 및 기준’ 과 ‘철도차량 안전기준에 관한 지침-[별표1] 객차등의 차체 중 차체구조 및 외장재와 실내설비의 화재성능 세부기준’ 에 명시되어 있다[6]. 이 중 ‘도시철도차량 안전기준에 관한 규칙’ 의 화재안전 시험방법 및 기준에 대한 내용은 ‘철도차량 안전기준에 관한 지침’ 의 화재성능 세부기준의 위험등급(4)의 시험 방법 및 성능요구치가 일부를 제외하고 동일하기 때문에, 본 논문에서는 ‘철도차량 안전기준에 관한 지침’ 을 기준으로 논의하도록 하겠다.

2008년 개정된 ‘철도차량 안전기준에 관한 지침’ 에 의한 시험방법의 목록을 보면, 해외 시험방법을 다양하게 접목시켰다는 것을 알 수 있다. ISO기준이나 향후 추진이 예상되는 시험방법, 시험의 편의성 및 국내 시험 가능성 등이 고려된 것으로 이러한 점은 국제적인 표준화작업이 진행되고 있는 철도차량 화재안전 시험 방법에 부합되는 것으로 볼 수 있다[7]. 기존 해외에서 사용되던 화재안전 기준과 CEN/TS 45545 및 국내 철도차량 화재안전 시험 방법을 아래의 표 1과 같이 정리하였다.

또한 국내 화재안전 시험규격의 합격기준으로 제시되는 시험 결과값과 각 해외 시험 규격에서 제시하고 있는 합격기준 시험 결과값을 비교하였다. 이때 합격기준값은 각 시험방법별 가장 위험등급이 높은 수치를 기준으로 하였다. 통로연결막, 단열재와 같이 국내 시험규격에서는 세부적으로 나누었지만 해외 시험규격에서 그렇지 아니한 경우, 해외의 합격기준값은 같은 수치를 제시하였고, 독성지수의 해외 기준값의 경우 가장 면적이 넓은 부위에서 제시된 값을 기준값으로 작성하였다. 이는 아래 표 2에서 확인할 수 있으며, 국내 화재안전 합격 기준은 해외 합격 기준에 근접하는 엄격한 수치를 제시하고 있음을 알 수 있다.

표 1. 화재안전 시험 규격[8~12]

구분	철도차량 안전기준에 관한 지침	CEN/TS 45545	BS 6853	NFPA 130	NF F 16-101
Flammability	ISO 5658-2 (CFE, Qasb)	ISO9239-1 (CHF) ISO5658-2 (CFE) ISO5660-1	ISO9239-1 (CHF) BS 476-6 BS 478-7	ASTM E 162	NF P 92-507
Smoke	ASTM E 662	ISO 5659-2 (Ds/VOF4)	BS6853 Annex B	ASTM E 662 BSS 7238	ASTM E 662와 수식 동일
Toxic	BS6853 Annex B	ISO5659-2 (CIT)	BS6853 Annex B NF X 70-100 ISO5659-2	BSS 7239	차체규정
ETC	ISO4589-2 (산소지수)				

표2. 국내 합격 기준과 해외 합격 기준 비교

구성품		구분	인화성(CFE)	연기밀도(Ds(4min))	독성지수(R)
내장판		해외	≥20	≤200	≤1.0(내장 수직기준)
		국내	≥20	≤100	≤1.6
의자	커버	해외	-	≤200	≤2.0
		국내	-	≤200	≤2.0
	쿠션	해외	-	≤175	-
		국내	-	≤175	≤3.2
	몸체	해외	-	≤200	≤1.0
		국내	-	≤200	≤2.0
통로 연결막	A	해외	≥20	≤200	≤1.7(외장 수직기준)
		국내	≥20	≤100	≤1.6
	B	해외	≥20	≤200	≤1.7(외장 수직기준)
		국내	≥10	≤200	≤2.7
바닥재		해외	≥8	≤200	≤5.0
		국내	≥7	≤200	≤3.0
단열재	실내	해외	≥20	≤100	≤1.0(내장 수직기준)
		국내	≥20	≤100	≤1.6
	외부 공조기	해외	-	≤100	-
		국내	≥10	≤250	≤2.0
	바닥부	해외	≥8	≤100	≤5.0(내장 바닥기준)
		국내	≥7	≤250	≤2.7
차제외장		해외	≥20	-	≤1.7(외장 수직기준)
		국내	≥15	≤100	≤3.0

3. 철도차량 화재안전 시험 대상 구성품

CEN/TS 45545의 특징 중의 하나는 시험대상인 구성품의 항목을 매우 자세히 정리하였다는 점이고 이는 아래의 표 3에서 확인 할 수 있다. 또한 CEN/TS 45545에서는 철도차량의 구성품의 크기가 각 시험 방법의 테스트에서 요구하는 시편보다 작을 경우에도 적용가능한 시험조건을 정의하였고, 목록에 없는 구성품도 크기와 설치장소에 따라 적용가능한 시험조건을 정의하여, 차량에서 사용되는 다양한 구성품에 대해 화재안전 시험을 실시하도록 하였다.

표3. CEN/TS 45545 화재성능 시험대상 품목

연번	품 목	세 부 항 목	
1	Interiors	Interior components - horizontal downward facing surface; horizontal upwards facing; surfaces within cavities, walls- vertical surfaces	
		Limited surfaces	Strips
		Luggage storage areas	Driver's desk
		Interior surfaces of gangways Type A	
		Interior surfaces of gangways Type B	
		Window frame	Container
		Curtains and sunblind in passenger and staff areas, staff compartments	
		Tables, folding tables top, including toilette wash basins	
		Tables folding tables downward facing surface	
		Interior surface of air ducts	Exterior surface of air ducts
		Air filter materials	Devices for passenger info
		Floor composite	
		2	Exterior located
External body shell, roof	External body shell, underframe		
Exterior ducts	External design features		
Container (in the underframe)	Container (on the roof)		
Outer membrane of intercommunication gangway's			
Bogie parts, structural	Air bags for pneumatic suspension		
Parts of the drive	Tyres		
3	Furniture	Complete passenger seat	
		Upholstery for passenger seats and head rest	
		Armrest passenger seats-Upwards facing surface	
		Armrest passenger seats-Vertical surface	
		Armrest passenger seats-Downwards facing surface	
		Back shell: base shell of passenger seats	
		Seats in staff areas	
		mattresses	
		Bed clothes for couchettes and beds (blanket, duvets, pillows, sleeping bags and sheets)	
4	Electrotechnical Equipment	Cables for interior	Cables for Exterior
		Cable containment(linear product) for interior	
		Cable containment(linear product) for exterior	
		Enclosures	
		Arc resistant insulation materials Type A	
		Arc resistant insulation materials Type B	
		Arc splash barrier materials	Flammable insulation liquid
		Supply line system devices exterior	
		Supply line system and high power devices supposed as interior	
		Supply line system and high power devices supposed as exterior	
		Choke and coils supposed as interior	
		Choke and coils supposed as exterior	
		Brake resistors	
5	Mechanical Equipment	Flexible metal / rubber units	

국내 철도차량의 화재안전 시험 대상 구성품 항목은 아래의 표 4에서 확인 할 수 있다. 2008년 개정을 거친 이후, 전선, 차체구조, 차체외장에 대한 시험항목이 추가되었다. 현재 철도차량 안전기준에 관한 지침에서 화재시험 대상 구성품 항목을 도식화 시키면 그림 1과 같다. 이는 국내 화재안전에 대한 시각이 설비품에 머무르지 않고, 차체의 내화강도 및 외벽까지 넓어졌음을 뜻한다.

표4. 국내 철도차량 화재성능 시험대상 품목

연번	품 목	세 부 대 상
1	내장판	실내 벽 및 천정판, 실내 덕트, 출입문, 창문틀, 차량간 통로연결부 방염판
2	의 자	커버, 쿠션, 몸체
3	통로연결막	(A형) 객실간 단부문이나 객실측 통로막에 방염판이 없는 경우
		(B형) 객실간 단부문이나 객실측 통로막에 방염판이 있는 경우
4	바닥재	바닥부 표면재
5	단열재	벽 및 천정부, 객실 덕트 내부, 외부 공조기 내부, 바닥하부
6	전선	철도차량 내외부 전선
7	차체구조	차체의 지붕, 단부, 바닥 구조체
8	차체외장	차체의 외벽과 전두부 마스크



그림 1. 화재안전 시험 대상 구성품

4. 결론

현재 국내에서 개정되어 시행되고 있는 철도차량 화재안전에 대한 규정은 ISO, ASTM, BS 규격등에서 사용되는 시험방법과 동일한 사양의 것으로 국제화를 이루었다고 할 수 있다. 또한 시험 만족값의 기준

역시 세계적인 수준에 비추어보아도 부족하지 않다. 또한 설비품에 머무르지 않고 차체까지 확장한 것은 국내 화재안전 규정의 수준이 한단계 높아졌음을 뜻한다. CEN/TS 45545의 목록은 현실적으로 매우 많은 시험과 검증을 받아야 하며, 국내에서 이러한 수준을 달성하기 위해서는 경제적, 시간적 비용을 감당하기 어려울 것으로 보인다. 따라서, 맹목적으로 해외규정을 맞추기보다는 개정된 국내 화재안전규정을 안정화시키는 방향으로 나아가야 할 것이다.

참고문헌

1. BSi. "Railway applications - Fire protection on railway vehicles" DD CEN/TS 45545 : 2009, British Standards
2. 이덕희 외 2명, “철도차량 화재모델링에서의 재료별 연소특성 시험법 조사” , 한국철도학회 학술발표대회논문집, pp.977~983, 2007.
3. 이덕희 외 3명, “철도차량 화재규모 산출방법 조사” , 한국화재소방학회 학술대회 논문집, pp.277~282, 2007.
4. 양성진 외 2명, “철도 차량 화재시 화재강도 예측을 위한 연구” , 한국철도학회 학술발표대회논문집, pp.2082~2089, 2008.
5. 국토해양부, “철도차량 안전기준에 관한 지침” , 2009.8.21.
6. 국토해양부, “도시철도차량 안전기준에 관한 규칙” , 2010.1.19.
7. 이덕희 외 3명, “지하철 내장재료의 재료특성에 따른 화재안전도 평가” , 한국철도학회 학술발표대회논문집, pp.327~332, 2003.
8. ISO. "Reaction to fire tests - Spread of flame - Part2 : Lateral spread on building products in vertical configuration" ISO 5658-2 : 1996, International Organization for Standardization.
9. ASTM International, "Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid Materials" ASTM E 662-03 : 2004
10. BSi. "Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains" BS 6853 : 1999, British Standards
11. National Fire Protection Association "Standard for fixed guideway transit and passenger rail systems" NFPA 130 : 2007
12. Association Francaise de Normalisation "Railway rolling stock fire behaviour choice of materials" NF F 16-101 : 1988
13. 이관섭 외 1명, “국내 철도차량 화재사고에 대한 조사분석 연구” , 한국철도학회 학술발표대회논문집, pp.36~39, 2004